

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-260559

(43)Date of publication of application : 22.09.2000

(51)Int.Cl. H05B 33/02  
G02B 6/42  
G09F 9/30  
H05B 33/14

(21)Application number : 11-058050

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 05.03.1999

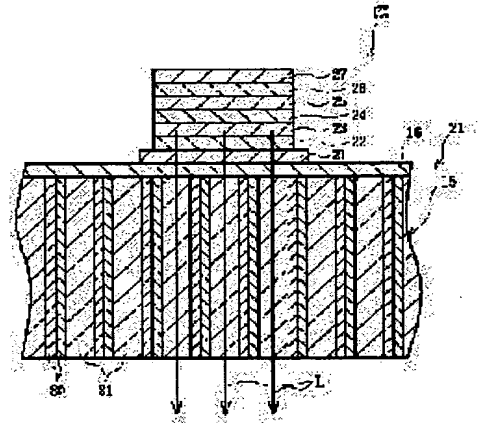
(72)Inventor : KIJIMA YASUNORI

**(54) OPTICAL ELEMENT AND BASE BODY FOR OPTICAL ELEMENT**

**(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a long-life optical element capable of extracting the luminescence of an organic EL element transmitted by a substrate to the exterior with high efficiency and capable of obtaining high brightness by low-voltage driving, and provide a base body for the optical element.

**SOLUTION:** A substrate 21 is prepared by cutting into thin pieces an assembly of optical fibers 15 made of quartz glass or a polymer, a whole cut surface thereof is covered with an organic material or an inorganic material, the surface roughness thereof is finished into 300 nm or less, and pixels PX are formed thereon. The luminescence of such an element comes into each fiber of the optical fiber group and then becomes easy to transmit while being confined therein through the total reflection, and can be efficiently extracted to the exterior as transmitted light.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

**\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The optical component whose surface roughness by the side of said component configuration layer a component configuration layer is prepared on the base of light transmission nature, it has the continuation layer of a predetermined refractive index in the thickness direction while said base has periodic refractive-index distribution in field inboard in a pixel formation field at least, and is 300nm or less.

[Claim 2] The optical component which is arranged after said base consisted of an aggregate of an optical fiber and each fiber of this aggregate has met in the thickness direction of said base and which was indicated to claim 1.

[Claim 3] The optical component which said optical fiber has become from quartz glass fiber or a polymer fiber and which was indicated to claim 2.

[Claim 4] The optical component as which said base indicated to claim 2 which cuts the aggregate of an optical fiber in the direction of fiber length, and the crossing direction, and is formed.

[Claim 5] The optical component with which the whole inside of a field of said base is covered with an organic material or an inorganic material after said cutting, by which 300nm or less is made to the surface roughness of said base and which was indicated to claim 4.

[Claim 6] The optical component which surface polish was carried out after said cutting, and indicated this polished surface top to claim 5 by which surface polish of the wrap aforementioned organic material or the inorganic material is carried out further.

[Claim 7] The optical component for which the ultraviolet-rays hardening resin for optical lens adhesion is used as said organic material and which was indicated to claim 5.

[Claim 8] The optical component for which frit glass is used as said inorganic material and which was indicated to claim 5.

[Claim 9] The optical component by which the layered product of an organic substance including a luminescence field is formed on said base and which was indicated to claim 1.

[Claim 10] The optical component by which the laminating of a transparent electrode, an organic hole transporting bed, an organic luminous layer and/or an organic electronic transporting bed, and the metal electrode is optically carried out one by one on said base and which was indicated to claim 9.

[Claim 11] The optical component which is constituted as organic electroluminescence devices and which was indicated to claim 9.

[Claim 12] The base for optical components whose surface roughness by the side of said component configuration layer it has the continuation layer of a predetermined refractive index in the thickness direction in a pixel formation field at least while having periodic refractive-index distribution in field inboard, and it is the base of light transmission nature with which the configuration layer of an optical component is prepared, and is 300nm or less.

[Claim 13] The base for optical components which consists of an aggregate of an optical fiber, and is arranged after each fiber of this aggregate has met in the base thickness direction and which was indicated to claim 12.

[Claim 14] The base for optical components with which said optical fiber consists of quartz glass fiber or

a polymer fiber and which was indicated to claim 13.

[Claim 15] The base for optical components which cuts the aggregate of an optical fiber in the direction of fiber length, and the crossing direction, and is formed and which indicated to claim 13.

[Claim 16] The base for optical components with which the whole inside of a field is covered with an organic material or an inorganic material after said cutting, and 300nm or less is made to surface roughness and which was indicated to claim 15.

[Claim 17] The base for optical components which surface polish was carried out after said cutting, and indicated this polished surface top to claim 16 by which surface polish of the wrap aforementioned organic material or the inorganic material is carried out further.

[Claim 18] The base for optical components with which the ultraviolet-rays hardening resin for optical lens adhesion is used as said organic material and which was indicated to claim 16.

[Claim 19] The base for optical components with which frit glass is used as said inorganic material and which was indicated to claim 16.

[Claim 20] The base for optical components with which the layered product of an organic substance including a luminescence field is formed and which was indicated to claim 12.

[Claim 21] The base for optical components with which the laminating of a transparent electrode, an organic hole transporting bed, an organic luminous layer and/or an organic electronic transporting bed, and the metal electrode is carried out one by one optically and which was indicated to claim 20.

[Claim 22] The base for optical components which is constituted as organic electroluminescence devices and which was indicated to claim 20.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention is a flat-surface mold display which takes out the light of an optical component, for example, a light-emitting part, from a substrate to the exterior, and relates to the base the suitable optical component for the organic electroluminescence display which uses an organic thin film for an electroluminescence layer especially, and for optical components.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, the importance of the interface of human being and a machine has been increasing by making multimedia-oriented goods into the start. In order for human being to do machine operation efficiently more comfortably, research is done about various display devices which mistake the information from the machine operated, there are not, and need to take out in sufficient amount briefly in an instant, therefore make a display the start.

[0003] Moreover, the actual condition is that the miniaturization of a display device and the demand to a

thin shape are also increasing with the miniaturization of a machine every day.

[0004] For example, the miniaturization of the laptop type information management system which are display device one apparatus, such as a note type personal computer and a note type word processor, is astonishing, and the technological innovation about the liquid crystal display which is the display device also has a wonderful thing in connection with it.

[0005] The liquid crystal display is used as an interface of various products, and that for the product used our every day are used by making small television, a clock, and a calculator into the start not to mention the laptop type information management system today. [ many ]

[0006] These liquid crystal displays have been studied as a core of a display device as an interface of a machine with human being until liquid crystal results [ from small ] in a mass display device taking advantage of the description of being low-battery actuation and a low power.

[0007] However, since this liquid crystal display needs big power rather than it needs a back light and drives liquid crystal to this back light actuation, since there is no self-luminescence, as a result, by the built-in battery, a time becomes short and it has the limit on an activity.

[0008] Furthermore, since the angle of visibility of a liquid crystal display is narrow, it is also a big problem that it is not suitable for large-sized display devices, such as a large-sized display, and contrast changes with include angles into an angle of visibility since it is the method of presentation by the orientation condition of a liquid crystal molecule.

[0009] Moreover, although sufficient speed of response for the active matrix which is one of the actuation methods to treat an animation if it thinks from an actuation method is shown, in order to use a TFT actuation circuit, enlargement of a screen size is difficult by the pixel defect. It is not desirable to use a TFT actuation circuit, even if it thinks from the point of a cost cut.

[0010] Although the passive matrix which is another actuation method is low cost and enlargement of a screen size is comparatively easy for it upwards, there is a problem that it does not have sufficient speed of response to treat an animation.

[0011] On the other hand, as for the self-luminescence display device, a plasma display device, inorganic electroluminescence devices, organic electroluminescence devices, etc. are studied.

[0012] Although it is suitable for enlargement and large capacity-ization since a plasma display device uses plasma luminescence in low voltage gas for a display, it has the problem in the field of thin-shape-izing and cost. Moreover, the AC bias of high tension is needed for actuation, and it is not suitable for a portable device.

[0013] Although the green luminescence display etc. was commercialized, with it being the same as that of a plasma display device, inorganic electroluminescence devices are AC bias actuation, and are considered for full-color-izing to be difficult by hundreds of v actuation required.

[0014] On the other hand, since the luminous phenomenon by the carrier impregnation to the anthracene single crystal which will generate fluorescence strongly at the first half of the 1960s was discovered, the electroluminescence phenomenon by the organic compound has been performed as fundamental research called the carrier impregnation to an organic material, since it was low brightness and monochrome and was moreover a single crystal, a long period and, although it had inquired.

[0015] However, it will be Eastman Kodak in 1987. Since Tang and others of a shrine announced the organic thin film electroluminescence devices of the laminated structure which has the amorphous luminous layer in which low-battery actuation and high brightness luminescence are possible, researches and developments of luminescence of R, G, and B in three primary colors, stability, brightness lifting, a laminated structure, the production approach, etc. have been done briskly in every direction.

[0016] Furthermore, although it is the description of an organic material, various new ingredients are invented by the molecular design etc. and the application study to the color display of the organic electroluminescence display device which has the description which was [ luminescence / direct-current low-battery actuation, a thin shape, / self-] excellent is also beginning to be performed briskly.

[0017] Organic electroluminescence devices (an organic EL device may be called hereafter) have the

description ideal as a spontaneous light [ , such as transforming electrical energy into light energy and emitting light in the shape of a field, ] type display device by pouring in a current.

[0018] Drawing 13 shows an example of the conventional organic EL device 10. This organic EL device 10 carries out sequential film production of the ITO (Indium tin oxide) transparent electrode 5, the hole transporting bed 4, a luminous layer 3, the electronic transporting bed 2, and the cathode (for example, aluminum electrode) 1 with a vacuum deposition method on the transparence substrate (for example, glass substrate) 6.

[0019] And by impressing direct current voltage 7 selectively between the transparent electrodes 5 and cathode 1 which are an anode plate The electron with which the hole as a carrier poured in from the transparent electrode 5 was poured in from cathode 1 through the hole transporting bed 4 reaches a luminous layer 3 through the electronic transporting bed 2, respectively, recombination of an electronic-hole arises, the luminescence 8 of predetermined wavelength arises from here, and it can observe from the transparence substrate 6 side.

[0020] In a luminous layer 3, the anthracene which is photogene, naphthalene, a phenanthrene, a pyrene, a chrysene, perylene, a butadiene, a coumarin, an acridine, a stilbene, etc. may be used together. The electronic transporting bed 2 can be made to contain the mixture with such fluorescence matter etc.

[0021] Drawing 14 shows another conventional example, in this example, it omits a luminous layer 3, makes the electronic transporting bed 2 contain mixture with the above-mentioned fluorescence matter, and shows organic EL device 10A constituted so that the luminescence 8 of predetermined wavelength might arise from the interface of the electronic transporting bed 2 and the hole transporting bed 4.

[0022] Drawing 15 shows the example of the above-mentioned organic EL device. That is, although the layered product of each organic layer (the hole transporting bed 4, a luminous layer 3, or electronic transporting bed 2) is allotted between cathode 1 and an anode plate 5, these electrodes are made to cross in the shape of a matrix, and it prepares in the shape of a stripe, and a signal level is impressed to time series by the luminance-signal circuit 11 and the control circuit 12 with a built-in shift register, and it constitutes so that light may be made to emit in much crossover locations (pixel), respectively.

[0023] Therefore, of course, it becomes usable also as picture reproducer as a display by such configuration. In addition, the above-mentioned stripe pattern can be arranged for every color of red (R), green (G), and blue (B), and it can constitute as full color or an object for multicolor.

[0024] Although the organic thin film layers 2, 3, and 4 which emit light are generally pinched between the transparent electrode 5 and the metal electrode 1 and emit light to a transparent electrode 5 side in the display device using such an organic EL device which consists of two or more pixels, the room of an improvement also has many such conventional organic EL devices.

[0025]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, on the occasion of the application to the color display of a light emitting device, although efficient stable luminescence is indispensable conditions, also in the light emitting device of optimal structure, the optical ejection effectiveness to the exterior is about 20%, and most light which emitted light will be dissipated and scattered on the side face of a base by the total reflection in a base interface. Therefore, it is one of the factors which cause the high-tension actuation for obtaining luminescence brightness, as a result lead to degradation of a component in many cases.

[0026] Even if this can constitute a light emitting device combining an ingredient with sufficient luminous efficiency as a result of researches and developments of an organic material, unless the ejection effectiveness of the light to the exterior is improved, the stress of a component becomes large and the inhibition factor of the reinforcement of a component is not canceled.

[0027] then, high [ from which high brightness is obtained also under low-battery actuation or the low quantity of light while the place which this invention is made in view of such a situation, and is made into the object penetrates the base of a component and has an efficient light of the light-emitting part like luminescence in electroluminescence devices and being able to take it out to the exterior ] -- it is in

offering the base a life optical component and for optical components.

[0028]

[Means for Solving the Problem] That is, a component configuration layer is prepared on the base of light transmission nature, this invention has the continuation layer of a predetermined refractive index in the thickness direction while said base has periodic refractive-index distribution in field inboard in a pixel formation field at least, and it relates to the optical component (the optical component of this invention is called hereafter.) whose surface roughness by the side of said component configuration layer is 300nm or less.

[0029] According to the optical component of this invention, in refractive-index distribution periodic to the field inboard of a base, since it has the continuation layer of a predetermined refractive index in the thickness direction of a base and the surface roughness by the side of a component configuration layer is formed in 300nm or less, the following remarkable effectiveness is acquired. If it explains by the case where the transparent material like the optical-fiber aggregate is used as a base, first, in the thickness direction of a base, waves are guided efficiently, shutting up in a fiber, after carrying out incidence in each optical fiber within the critical angle whose light from a light-emitting part is the conditions of total reflection, and the inside of the above-mentioned continuation layer can be penetrated. And since the above-mentioned continuation layer is arranged by the field inboard of a base at fixed spacing, and the above-mentioned periodic refractive-index distribution is formed in it and flat [ 300nm or less ] is made to the surface roughness, the scattered reflection in an interface and dispersion can penetrate and carry out [ in few condition / at least ] outgoing radiation of the incident light through the optical-fiber aggregate with the enough and uniform quantity of light of a base in a pixel field. Consequently, the amount from which it escapes to the side face of a base decreases sharply, the effectiveness which can be taken out as the transmitted light by the amount of transparency or reinforcement with sufficient incident light increases, and incident light can obtain high brightness under low driver voltage or the low quantity of light.

[0030] Moreover, this invention is a base of light transmission nature with which the configuration layer of an optical component is prepared, at least, in a pixel formation field, it has the continuation layer of a predetermined refractive index in the thickness direction while it has periodic refractive-index distribution in field inboard, and it relates to the base for optical components (the base of this invention is called hereafter.) whose surface roughness by the side of said component configuration layer is 300nm or less.

[0031] According to the base of this invention, the base for optical components with which effectiveness equivalent to the above-mentioned optical component is done so can be offered.

[0032]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of desirable operation of this invention is explained, referring to a drawing.

[0033] In the optical component and base of this invention, as shown in drawing 1 , it is desirable to be arranged, after it consisted of an aggregate of the optical fiber 15 as a base 21 shows to drawing 2 and each optical fiber 15 of this aggregate has met in the direction of thickness  $t$  of this base 21. However, that what is necessary is just to exist in the pixel field at least, in order that what exists in the pixel field formed on this may act effectively, this optical fiber 15 may form an optical fiber 15 only in this pixel field of a glass base, as shown in drawing 4 . In any case, between each fiber, the refractive-index distribution by field inboard is periodic by the repetition by the core with a large refractive index, and the small clad of a refractive index.

[0034] Thus, since the quantity of light which reflects irregularly the light emitted from the pixel PX formed on this by the interface, and dissipates decreases remarkably as by constituting a base 21 from an optical fiber 15 as field inboard shows periodic refractive-index distribution, and making surface roughness of a base very small with 300nm or less shows to drawing 3 , the incident light which carried out incidence to this optical fiber can be efficiently taken out from a base 21 as the transmitted light L.

[0035] That is, although drawing 2 shows the light which carries out total reflection of the inside of an optical fiber 15, and penetrates it, it reflects by the interface with the clad 30 with a small refractive index, and the light L which carried out incidence to the core 31 less than from the critical angle is penetrated, carrying out total reflection of the inside of the core 31 with a large refractive index.

[0036] Moreover, although the base in the gestalt of this operation has periodic refractive-index distribution in field inboard, it is not limited with the magnitude, period, and pattern of a refractive index by the class or specification of an optical fiber 15.

[0037] Furthermore, although it has the continuation layer of a predetermined refractive index in the direction of board thickness, it is limited neither with the magnitude of a refractive index, nor a pattern. For example, in the direction of board thickness, the pattern of a truncated-cone mold whose outgoing radiation area a plane-of-incidence product is small and is large, or a truncated-pyramid mold is sufficient. If such a pattern is used, it is also possible to expand and display a small luminescence area.

[0038] For example, as shown in drawing 5, two or more optical fibers 29 of the shape of a long and slender truncated cone as is good respectively also as for unit \*\*\*\*\* or shows the optical fiber 19 of a rectangular-head frustum mold as shown in the optical fiber 18 or drawing 6 (b) of a truncated-cone mold as shown in drawing 6 (a) to drawing 7 may be formed in the pixel field 17 of base 20B. In addition, arrangement of such an optical fiber is made into vertical reverse, and an outgoing radiation field may be reduced and you may make it distribute.

[0039] And it is desirable to form this optical fiber with quartz glass fiber or a polymer fiber, to cut the aggregate of an optical fiber in the direction of fiber length and the crossing direction, and to form this base like drawing 1 with adhesives (for example, ultraviolet-rays hardening resin), after pasting up fibers.

[0040] Although what cut the aggregate of quartz glass fiber or a polymer fiber thinly is mentioned as a typical example of the base which generally has periodic refractive-index distribution in field inboard, and has a continuous refractive index in the direction of board thickness, since the construction material which constitutes an optical fiber differs in a fiber core (core) and the fiber periphery section (a flood or its periphery section), even if it grinds a front face after cutting, about 2-micrometer surface roughness will arise.

[0041] Therefore, as the whole inside of a field of this base shows after cutting drawing 3  $R > 3$  as a sign 16, it is efficient that it is covered with an organic material or an inorganic material, and several nm is preferably made to 300nm or less of surface roughness of a base, and it is desirable in order to take out the transmitted light.

[0042] In this case, although it is possible after cutting to hold down to unevenness of about 500nm if a front face is ground carefully and carefully, considering that the general thickness of the transparent electrode formed on a base at a next process is 100–300nm, the unevenness which exists in a base may not be only cancellable magnitude, and the surface roughness of a transparent electrode will become large as a result.

[0043] And if the surface roughness of a transparent electrode is large, generating of the early dark spot at the time of organic electroluminescence device production will increase, and it will become causes, such as a short circuit, and it will become difficult to obtain a stable and long lasting device.

[0044] Therefore, it is desirable to finish so that surface polish may be carried out after cutting, surface polish of the wrap aforementioned organic material or the inorganic material may be further carried out in this polished surface top and it may become surface roughness 300nm or less.

[0045] And it is desirable also in order for it to carry out surface polish suitably that the ultraviolet-rays hardening resin for optical lens adhesion is used, and frit glass is used as an inorganic material as an organic material as an object for adhesion of optical fibers.

[0046] The base in the gestalt of this operation is not limited with the organic material or inorganic material which use the whole inside of a field of a base although it is a wrap thing in an organic material or an inorganic material, in order to improve surface roughness. However, it is better to be the construction material to which it is desirable and surface roughness becomes [ front-face nature ] good

small.

[0047] Moreover, the above-mentioned surface polish may be performed after covering the whole inside of a field of a base with an organic material or an inorganic material. Furthermore, after covering the whole inside of a field of a base with an organic material or an inorganic material, the base of the good construction material of front-face nature like glass may be pasted up.

[0048] The base of the above-mentioned gestalt of this operation is suitable to form the layered product of an organic substance including a luminescence field on this base, and the transparent electrode 5, the organic electron hole transporting bed 4, the organic luminous layer 3 and/or the organic electronic transporting bed 2, and a metal electrode 1 can constitute it optically on a base 6 like drawing 13 which this mentioned already as a good organic electrolytic luminescence component by which the laminating was carried out one by one.

[0049] Moreover, it is good to, form the ITO anode electrode 22, the hole-injection layer 23, the electron hole transporting bed 24, a luminous layer 25, the electronic transporting bed 26, and the cathode electrode 27 on a base 21 for example, as shown in drawing 8.

[0050] However, when it constitutes as organic electric-field luciferin, there is no definition in this component. For example, if it is the electron hole transporting bed 24, electron hole transport ingredients, such as a benzidine derivative, a styryl amine derivative, a triphenylmethane color derivative, and a hydrazone derivative, may be used.

[0051] Moreover, the ITO anode electrode 22, the hole-injection layer 23, the electron hole transporting bed 24, a luminous layer 25, the electronic transporting bed 26, and the cathode electrode 27 may be laminated structures which each becomes from two or more layers.

[0052] Furthermore, vapor codeposition of a minute amount molecule may be performed for control of the emission spectrum of a luminous layer 25, for example, you may be a minute amount \*\*\*\* organic thin film about organic substances, such as a perylene derivative, a coumarin derivative, and bilane system coloring matter.

[0053] Moreover, about the ingredient of the cathode electrode 27, in order to pour in an electron efficiently, it is desirable to use the small metal of the work function from the vacuum level of an electrode material, it is a simple substance about low work function metals, such as In, Mg, Ag, calcium, Ba, and Li, or stability may be raised using an alloy with other metals.

[0054] In the gestalt of this operation, in order to take out luminescence from an anode electrode side, ITO which is a transparent electrode was used for the anode electrode 22, but in order to pour in an electron hole efficiently, an anode electrode material may also use electrodes, such as the thing which has a large work function from vacuum level, for example, Au, SnO<sub>2</sub>+Sb, and ZnO+aluminum.

[0055] Furthermore, in order to raise the stability of a component, as an imaginary line shows, a protective layer may be formed in drawing 8 with a germanium oxide etc., the effect of the oxygen in a closure deed and atmospheric air etc. may be eliminated, and, of course, a component may be driven in the condition of having lengthened to the vacuum.

[0056] Moreover, it is also possible for a base not to be limited by the magnitude and to use the end face of a substrate with a magnitude of about 2 inches as a base of lamination and big size using frit glass etc.

[0057]

[Example] Hereafter, an example is explained to a detail.

[0058] With the combination from which the ingredient to be used and surface roughness differ based on the gestalt of desirable operation of above-mentioned this invention, while producing the examples 1-4 shown below, the examples 1-3 of a comparison in the form by the gestalt of operation were produced, and both brightness and luminous efficiency were compared.

[0059] <Example 1> It was made to be set to about an average of 30nm by measurement to coat frit glass on the whole surface on [ after cutting the aggregate of quartz glass fiber to 1.0mm at board thickness as this example shows to drawing 1 , and 30mm and width of face w producing / die-length l /



the substrate 21 of 30mm size and carrying out surface polish of this ] this, to perform surface polish further, and according [ surface roughness ] to a contact process level difference measuring device.

[0060] And the ITO electrode 22 (about 100nm of thickness) is formed by sputtering on this substrate 21, and it is SiO<sub>2</sub> to this ITO substrate 21. The ITO substrate for organic EL device production which carried out the mask of except for the luminescence field whose size a is 2mmx2mm by vacuum evaporation was produced. Next, vacuum deposition of m-MTDATA (4, 4', 4''-tris(3-methylphenylphenylamino) triphenylamine) of the structure expression shown as an ingredient of the hole-injection layer 23 on this ITO substrate 21 at drawing 9 was carried out to 50nm thickness.

[0061] Next, vacuum deposition of alpha-NPD (4 and 4'-bis[N-(1-naphthyl)-N-phenyl-amino] biphenyl) of the structure expression shown in drawing 10 R> 0 is carried out to 50nm thickness as an ingredient of the electron hole transporting bed 24. Vacuum deposition of Alq3 (8-hydroxyquinorine alminum) of the structure expression shown in drawing 11 as an ingredient of the electronic transportability luminous layer 26 is carried out to 50nm thickness. The laminating of LiF (lithium fluorine alloy) and the aluminum was carried out to the last as a cathode electrode 27, and the organic EL device of single hetero mold green luminescence was produced.

[0062] in this way, the place which carried out direct-current-voltage actuation of the produced organic EL device -- the highest brightness -- 9.0V -- 20000 cd/m<sup>2</sup> it was . Moreover, the luminous efficiency of the organic EL device of this green luminescence is 200 cd/m<sup>2</sup>. They were 2.2 lm/W.

[0063] <Example 2> It was made to be set to about an average of 30nm by measurement to coat frit glass on the whole surface on [ after cutting the aggregate of a polymer fiber to t= 1.0mm of board thickness as this example shows to drawing 1 , and 30mm and width of face w producing / die-length l / the substrate 21 of 30mm size and carrying out surface polish of this ] this, to perform surface polish further, and according [ surface roughness ] to a contact process level difference measuring device.

[0064] And the ITO electrode 22 (about 100nm of thickness) is formed by sputtering on this substrate 21, and it is SiO<sub>2</sub> to this ITO substrate 21. The ITO substrate for organic EL device production which carried out the mask of except for the luminescence field whose size a is 2mmx2mm by vacuum evaporation was produced. Next, vacuum deposition of m-MTDATA (4, 4', 4''-tris(3-methylphenylphenylamino) triphenylamine) of the structure expression shown as an ingredient of the hole-injection layer 23 on this ITO substrate 21 at drawing 9 was carried out to 50nm thickness.

[0065] Next, vacuum deposition of alpha-NPD (4 and 4'-bis[N-(1-naphthyl)-N-phenyl-amino] biphenyl) of the structure expression shown in drawing 10 R> 0 is carried out to 50nm thickness as an ingredient of the electron hole transporting bed 24. Vacuum deposition of Alq3 (8-hydroxyquinorine alminum) of the structure expression shown in drawing 11 as an ingredient of the electronic transportability luminous layer 26 is carried out to 50nm thickness. The laminating of LiF and the aluminum was carried out to the last as a cathode electrode 27, and the organic EL device of single hetero mold green luminescence was produced.

[0066] in this way, the place which carried out direct-current-voltage actuation of the produced organic EL device -- the highest brightness -- 9.0V -- 21000 cd/m<sup>2</sup> it was . Moreover, the luminous efficiency of the organic EL device of this green luminescence is 200 cd/m<sup>2</sup>. They were 2.3 lm/W.

[0067] <Example 3> In this example, the aggregate of a polymer fiber was cut to t= 0.5mm of board thickness, as shown in drawing 1 , after 30mm and width of face w produced the substrate 21 of 30mm size and die-length l carried out surface polish of this, the ultraviolet-rays hardening resin for optical lens adhesion was coated on this on the whole surface, and ultraviolet curing of the glass for liquid crystal of 0.5mm of board thickness was pasted up and carried out on it on the whole surface. Surface polish is performed after that and it was made for surface roughness to be set to about an average of 20nm by measurement by the contact process level difference measuring device.

[0068] And the ITO electrode 22 (about 100nm of thickness) is formed by sputtering on this substrate 21, and it is SiO<sub>2</sub> to this ITO substrate 21. The ITO substrate for organic EL device production which carried out the mask of except for the luminescence field whose size a is 2mmx2mm by vacuum

evaporation was produced. Next, vacuum deposition of m-MTDATA (4, 4', 4''-tris(3-methylphenylphenylamino) triphenylamine) of the structure expression shown as an ingredient of the hole-injection layer 23 on this ITO substrate 21 at drawing 9 was carried out to 50nm thickness. [0069] Next, vacuum deposition of alpha-NPD (4 and 4'-bis[N-(1-naphthyl)-N-phenyl-amino] biphenyl) of the structure expression shown in drawing 10 R> 0 is carried out to 50nm thickness as an ingredient of the electron hole transporting bed 24. Vacuum deposition of Alq3 (8-hydroxyquinorine aluminum) of the structure expression shown in drawing 11 as an ingredient of the electronic transportability luminous layer 26 is carried out to 50nm thickness. The laminating of LiF and the aluminum was carried out to the last as a cathode electrode 27, and the organic EL device of single hetero mold green luminescence was produced.

[0070] in this way, the place which carried out direct-current-voltage actuation of the produced organic EL device -- the highest brightness -- 9.0V -- 24000 cd/m<sup>2</sup> it was . Moreover, the luminous efficiency of the organic EL device of this green luminescence is 200 cd/m<sup>2</sup>. They were 2.5 lm/W.

[0071] <Example 4> In this example, the aggregate of a polymer fiber was cut to t= 0.5mm of board thickness, as shown in drawing 1 , after 30mm and width of face w produced the substrate 21 of 30mm size and die-length l carried out surface polish of this, the ultraviolet-rays hardening resin for optical lens adhesion was coated on this on the whole surface, and the glass for liquid crystal of 0.5mm of board thickness was pasted up on it on the whole surface. Surface polish is performed after that and it was made for surface roughness to be set to about an average of 20nm by measurement by the contact process level difference measuring device.

[0072] And the ITO electrode 22 (about 100nm of thickness) is formed by sputtering on this substrate 21, and the fluorescent substance of an emission center is CaGa<sub>2</sub> S<sub>4</sub> on this. : The inorganic EL element which consists of Ce was produced.

[0073] in this way, the place which drove the produced inorganic EL element by 60Hz -- the highest brightness -- 15 cd/m<sup>2</sup> it was .

[0074] <Example 1 of a comparison> In this example, instead of the substrate which consists of a fiber used in the above-mentioned example 1, the glass substrate for 2 inch liquid crystal of 1.0mm of board thickness was used, and the organic EL device was produced. First, a substrate front face is ground and it was made for surface roughness to be set to about an average of 30nm by measurement by the contact process level difference measuring device.

[0075] And the ITO electrode 22 (about 100nm of thickness) is formed by sputtering on this substrate, and it is SiO<sub>2</sub> to this ITO substrate like the above-mentioned example 1. The ITO substrate for organic EL device production which carried out the mask of except for the luminescence field whose size a is 2mmx2mm by vacuum evaporation was produced. Next, vacuum deposition of m-MTDATA (4, 4', 4''-tris(3-methylphenylphenylamino) triphenylamine) of the structure expression shown as an ingredient of the hole-injection layer 23 on this ITO substrate at drawing 9 was carried out to 50nm thickness.

[0076] Next, vacuum deposition of alpha-NPD (4 and 4'-bis[N-(1-naphthyl)-N-phenyl-amino] biphenyl) of the structure expression shown in drawing 10 R> 0 was carried out to 50nm thickness as an ingredient of the electron hole transporting bed 24, and vacuum deposition of Alq3 (8-hydroxyquinorine aluminum) of the structure expression shown in drawing 11 as an ingredient of the electronic transportability luminous layer 26 was carried out to 50nm thickness. Then, the laminating of LiF and the aluminum was carried out as a cathode, and the organic EL device of single hetero mold green luminescence was produced.

[0077] in this way, the place which carried out direct-current-voltage actuation of the produced organic EL device -- the highest brightness -- 9.0V -- 16500 cd/m<sup>2</sup> it was . Moreover, the luminous efficiency of the organic EL device of this green luminescence is 200 cd/m<sup>2</sup>. They were 2.0 lm/W. As compared with an example 1, the brightness of a low brightness field, i.e., a low-battery driver zone, and brightness lifting are low in this, and it is clear that the direction of an example 1 is emitting light outside efficiently (this is explained in detail later).

[0078] < -- a comparison -- an example -- two -- > -- this -- an example -- \*\*\*\* -- having described above -- an example -- two -- like -- a polymer -- a fiber -- the aggregate -- drawing 1 -- being shown -- as -- board thickness --  $t = 1.0$  -- mm -- cutting -- die length --  $l = 30$  -- mm -- width of face --  $w = 30$  -- mm -- size -- a substrate -- 21 -- producing -- this -- a front face -- polish -- carrying out -- a frit -- glass -- etc. -- depending -- coating -- nothing -- surface roughness -- a contact process -- a level difference -- a measuring device -- depending -- measurement -- about an average of 400nm -- becoming -- having made .

[0079] And the ITO electrode 22 (about 100nm of thickness) is formed by sputtering on this substrate, and it is SiO<sub>2</sub> to this ITO substrate 21. The ITO substrate for organic EL device production which carried out the mask of except for the luminescence field whose size  $a$  is 2mmx2mm by vacuum evaporation was produced. Next, vacuum deposition of m-MTDATA (4, 4', 4''-tris(3-methylphenylphenylamino) triphenylamine) of the structure expression shown as an ingredient of the hole-injection layer 23 on this ITO substrate 21 at drawing 9 was carried out to 50nm thickness.

[0080] Next, vacuum deposition of alpha-NPD (4 and 4'-bis[N-(1-naphthyl)-N-phenyl-amino] biphenyl) of the structure expression shown in drawing 10 R> 0 was carried out to 50nm thickness as an ingredient of the electron hole transporting bed 24, and vacuum deposition of Alq<sub>3</sub> (8-hydroxyquinorine aluminum) of the structure expression shown in drawing 11 as an ingredient of the electronic transportability luminous layer 26 was carried out to 50nm thickness. The laminating of LiF and the aluminum was carried out to the last as a cathode electrode 27, and the organic EL device of single hetero mold green luminescence was produced.

[0081] In this way, when direct-current-voltage actuation of the produced organic EL device was carried out, it was not the device which a dark spot exists in the whole luminescence side, and is equal to practical use. Since this cause has the large surface roughness of the cutting plane of the substrate which consists of the polymer fiber aggregate, it is thought that it is because the relative roughness of the ITO transparent electrode front face produced on this substrate was large. When surface roughness on the front face of the maximum was measured using the contact process level difference measuring device, the level difference of about an average of 200nm existed.

[0082] <Example 3 of a comparison> The front face of this substrate is ground and it was made for surface roughness to be set to about an average of 20nm by measurement by the contact process level difference measuring device using the glass substrate for liquid crystal of 1.1mm of board thickness like comparison 1 in this example.

[0083] And the ITO electrode 22 (about 100nm of thickness) is formed by sputtering on this substrate, and the fluorescent substance of an emission center is CaGa<sub>2</sub> S<sub>4</sub> to this ITO substrate. : The same above-mentioned inorganic EL element as an example 4 which consists of Ce was produced.

[0084] in this way, the place which drove the produced inorganic EL element by 60Hz -- the highest brightness -- 8 cd/m<sup>2</sup> it was . However, as compared with an example 4, brightness is low, and it is clear that the direction of an example 4 is emitting light outside efficiently.

[0085] Drawing 12 is the graph of the data in which the brightness and luminous efficiency which were acquired by the organic electroluminescence of the example 1 produced like the above and the example 1 of a comparison are shown.

[0086] Like a graphic display, the brightness of the example [ using the aggregate of a fiber as a substrate ] 1 especially in a low-battery driver zone is improving rather than the example 1 of a comparison which used glass as a substrate based on this invention. This is the certification of the direction which uses an optical fiber for a substrate based on this invention being able to take out luminescence in the luminescence field of a component efficiently.

[0087] As explained above, according to this example, cut the aggregate of a fiber in the die-length direction of an optical fiber, and the crossing direction, and the substrate of an organic EL device is produced. Since an optical fiber is arranged at fixed spacing to the field inboard of a substrate and it makes flat [ 300nm or less ] to the substrate side by the side of component formation Without

luminescence from the interior of a component reflecting irregularly by the substrate interface, incidence is carried out to a substrate, and while waves are efficiently guided with the refractive index of the optical fiber which constitutes a substrate, a substrate is penetrated. Therefore, it is possible for the drawing effectiveness of the light which penetrates a substrate from each pixel and can be taken out to the exterior to be remarkably improved compared with the conventional glass substrate, and for good brightness to be obtained and to improve brightness several or more times compared with a glass substrate also by the low battery.

[0088] The above-mentioned example can deform variously based on the technical thought of this invention.

[0089] For example, the pattern of the aggregate of an optical fiber, a configuration and structure, an array condition, construction material, etc. can produce the size of the substrate further formed with the aggregate in proper sizes other than an above-mentioned example, and if it has the engine performance in which the ingredient of coating is also equivalent also except frit glass or the ultraviolet rays hardening resin for optical lens adhesion, it can be used for arbitration.

[0090] Moreover, as shown in drawing 4 as a modification, the part of the pixel formation field 17 of glass substrate 20A can be made into a rectangle or a round shape, and the group of the same fiber 15 as an example can also be installed.

[0091] Moreover, as are similarly shown in drawing 5 and drawing 6, and the fiber 18 of a truncated-cone mold or the fiber 19 of a rectangular-head frustum mold may be installed in glass substrate 20B in the pixel formation field 17 and it is shown in drawing 7, two or more truncated-cone-like fibers 19 can also be installed in this part.

[0092] Moreover, the substrate used for the above-mentioned example is made into EL elements, is not a chisel, and can be applied also to the substrate of other optical components for LCD (liquid crystal display) etc.

[0093]

[Function and Effect of the Invention] As mentioned above, this invention has the continuation layer of a predetermined refractive index in the thickness direction while a component configuration layer is prepared on the base of light transmission nature and said base has periodic refractive-index distribution in field inboard in a pixel formation field at least, and since the surface roughness by the side of said component configuration layer is 300nm or less, the following remarkable effectiveness is acquired. If it explains by the case where the transparent material like the optical-fiber aggregate is used as a base, first, in the thickness direction of a base, waves are guided efficiently, shutting up in a fiber, after carrying out incidence in each optical fiber within the critical angle whose light from a light-emitting part is the conditions of total reflection, and the inside of the above-mentioned continuation layer can be penetrated. And since the above-mentioned continuation layer is arranged by the field inboard of a base at fixed spacing, and the above-mentioned periodic refractive-index distribution is formed in it and flat [ 300nm or less ] is made to the surface roughness, the scattered reflection in an interface and dispersion can penetrate and carry out [ in few condition / at least ] outgoing radiation of the incident light through the optical-fiber aggregate with the enough and uniform quantity of light of a base in a pixel field. Consequently, the amount from which it escapes to the side face of a base decreases sharply, the effectiveness which can be taken out as the transmitted light by the amount of transparency or reinforcement with sufficient incident light increases, and incident light can obtain high brightness under low driver voltage or the low quantity of light.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

**[Brief Description of the Drawings]**

[Drawing 1] It is the outline perspective view showing the substrate for organic EL devices by the example of this invention.

[Drawing 2] It is the amplification perspective view of the fiber which constitutes a \*\*\*\* substrate.

[Drawing 3] It is an expanded sectional view near the pixel of a \*\*\*\* organic EL device.

[Drawing 4] It is the outline perspective view showing the modification of a \*\*\*\* substrate.

[Drawing 5] It is the outline perspective view showing other modifications of a \*\*\*\* substrate.

[Drawing 6] The modification of a \*\*\*\* fiber is shown, (a) is a truncated-cone mold and (b) is the perspective view of a rectangular-head frustum mold.

[Drawing 7] It is the perspective view showing other modifications of a \*\*\*\* fiber.

[Drawing 8] It is the outline sectional view showing the organic EL device by \*\*\*\* this example.

[Drawing 9] It is the structure expression of m-MTDATA used for the \*\*\*\* organic EL device.

[Drawing 10] It is the structure expression of alpha-NPD used for the \*\*\*\* organic EL device.

[Drawing 11] Alq3 used for the \*\*\*\* organic EL device It is a structure expression.

[Drawing 12] It is the graph which compared and showed the property of a \*\*\*\* organic EL device.

[Drawing 13] It is the outline sectional view showing an example of the organic EL device by the conventional example.

[Drawing 14] It is the outline sectional view showing other examples of an organic EL device besides \*\*\*\*.

[Drawing 15] It is the outline sectional view showing the example of a \*\*\*\* organic EL device.

**[Description of Notations]**

15, 18, 19, and 29 -- a fiber, 16 -- adhesives, 17 -- pixel formation field, and 20 -- a glass substrate, 21 -- substrate, a 22 --ITO transparent electrode, and 23 -- a hole-injection layer, 24 -- electron hole transporting bed, 25 -- luminous layer, and 26 -- an electronic transporting bed, 27 -- metal electrode (cathode), 30 -- clad, and 31 -- a core, 32 -- organic EL device, L-- light, and l-- die length, t-- thickness, and w-- width of face

---

**[Translation done.]**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-260559  
(P2000-260559A)

(43) 公開日 平成12年9月22日 (2000.9.22)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームコード* (参考)
H 0 5 B 33/02		H 0 5 B 33/02	2 H 0 3 7
G 0 2 B 6/42		G 0 2 B 6/42	3 K 0 0 7
G 0 9 F 9/30	3 1 6	G 0 9 F 9/30	3 1 6 Z 5 C 0 9 4
H 0 5 B 33/14		H 0 5 B 33/14	A

審査請求 未請求 請求項の数22 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平11-58050

(22) 出願日 平成11年3月5日 (1999.3.5)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 鬼島 靖典

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 100076059

弁理士 逢坂 宏

Fターム(参考) 2H037 AA04 BA01 CA05 CA06

3K007 AB02 BA06 CA00 CB01 DA01

DB03 EB00

5C094 AA10 BA11 BA29 CA19 DA13

EB02 EB10 ED04 FA01 FA02

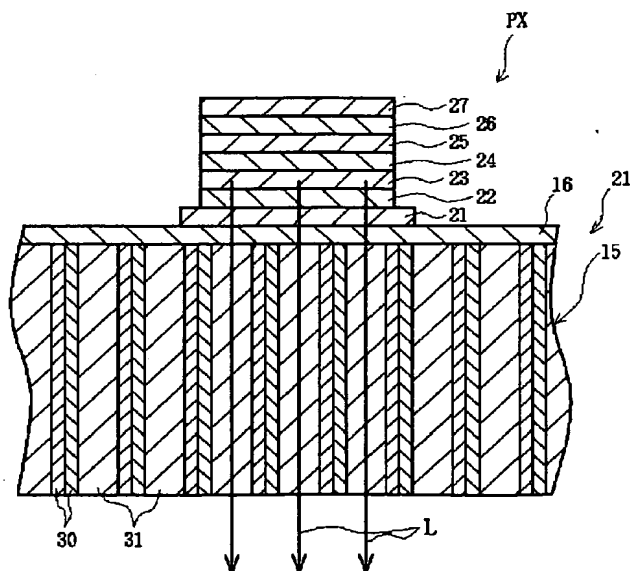
FB01 FB02 GB10 JA08

(54) 【発明の名称】 光学的素子及び光学的素子用の基体

(57) 【要約】

【課題】 基板を透過する有機EL素子の発光を高効率で外部へ取出せると共に、低電圧駆動下でも高輝度が得られる高寿命な光学的素子及び光学的素子用の基体を提供すること。

【解決手段】 石英ガラス又はポリマーからなる光ファイバー15の集合体を薄く切断して基板21を作製し、この切断面内全体を有機材料又は無機材料で覆い、表面粗度を300nm以下に仕上げ、この上に画素PXを形成する。従って、この素子の発光は光ファイバー群の各ファイバー内に入射した後、全反射により閉じ込められながら透過し易くなり、透過光として外部へ効率良く取出せる。



(2)

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光透過性の基体上に素子構成層が設けられ、前記基体が少なくとも画素形成領域において、面内方向には周期的な屈折率分布を有すると共に厚み方向には所定の屈折率の連続層を有し、かつ前記素子構成層の側での表面粗度が300nm以下である、光学的素子。

【請求項2】 前記基体が光ファイバーの集合体からなり、この集合体の各ファイバーが前記基体の厚み方向に沿った状態で配列されている、請求項1に記載した光学的素子。

【請求項3】 前記光ファイバーが石英ガラスファイバー又はポリマーファイバーからなっている、請求項2に記載した光学的素子。

【請求項4】 前記基体が、光ファイバーの集合体をファイバー長方向と交差する方向に切断して形成されている、請求項2に記載した光学的素子。

【請求項5】 前記切断後に前記基体の面内全体が有機材料又は無機材料で覆われ、前記基体の表面粗度が300nm以下に仕上げられている、請求項4に記載した光学的素子。

【請求項6】 前記切断後に表面研磨され、この研磨面上を覆う前記有機材料又は無機材料が更に表面研磨されている、請求項5に記載した光学的素子。

【請求項7】 前記有機材料として、光学的レンズ接着用紫外線硬化樹脂が用いられている、請求項5に記載した光学的素子。

【請求項8】 前記無機材料として、フリットガラスが用いられている、請求項5に記載した光学的素子。

【請求項9】 前記基体上に、発光領域を含む有機物質の積層体が形成されている、請求項1に記載した光学的素子。

【請求項10】 前記基体上に、光学的に透明な電極、有機ホール輸送層、有機発光層及び／又は有機電子輸送層、及び金属電極が順次積層されている、請求項9に記載した光学的素子。

【請求項11】 有機電界発光素子として構成されている、請求項9に記載した光学的素子。

【請求項12】 光学的素子の構成層が設けられる光透過性の基体であって、少なくとも画素形成領域において、面内方向には周期的な屈折率分布を有すると共に厚み方向には所定の屈折率の連続層を有し、かつ前記素子構成層の側での表面粗度が300nm以下である、光学的素子用の基体。

【請求項13】 光ファイバーの集合体からなり、この集合体の各ファイバーが基体厚み方向に沿った状態で配列されている、請求項12に記載した光学的素子用の基体。

【請求項14】 前記光ファイバーが石英ガラスファイ

2

バー又はポリマーファイバーからなっている、請求項13に記載した光学的素子用の基体。

【請求項15】 光ファイバーの集合体をファイバー長方向と交差する方向に切断して形成される、請求項13に記載した光学的素子用の基体。

【請求項16】 前記切断後に面内全体が有機材料又は無機材料で覆われ、表面粗度が300nm以下に仕上げられている、請求項15に記載した光学的素子用の基体。

10 【請求項17】 前記切断後に表面研磨され、この研磨面上を覆う前記有機材料又は無機材料が更に表面研磨される、請求項16に記載した光学的素子用の基体。

【請求項18】 前記有機材料として、光学的レンズ接着用紫外線硬化樹脂が用いられる、請求項16に記載した光学的素子用の基体。

【請求項19】 前記無機材料として、フリットガラスが用いられる、請求項16に記載した光学的素子用の基体。

20 【請求項20】 発光領域を含む有機物質の積層体が形成される、請求項12に記載した光学的素子用の基体。

【請求項21】 光学的に透明な電極、有機ホール輸送層、有機発光層及び／又は有機電子輸送層、及び金属電極が順次積層される、請求項20に記載した光学的素子用の基体。

【請求項22】 有機電界発光素子として構成される、請求項20に記載した光学的素子用の基体。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

30 【発明の属する技術分野】本発明は、光学的素子、例えば、発光部の光を基板から外部へ取出す平面型ディスプレイであって、特に、有機薄膜を電界発光層に用いる有機電界発光ディスプレイに好適な光学的素子及び光学的素子用の基体に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、マルチメディア指向の商品を初めとして、人間と機械とのインターフェースの重要性が高まってきている。人間がより快適に効率良く機械操作するためには、操作される機械からの情報を誤りなく、簡潔に、瞬時に、充分な量で取り出す必要があり、そのために、ディスプレイを初めとする様々な表示素子について研究が行われている。

【0003】また、機械の小型化に伴い、表示素子の小型化、薄型に対する要求も日々、高まっているのが現状である。

【0004】例えば、ノート型パーソナルコンピュータ、ノート型ワードプロセッサなどの、表示素子一体型であるラップトップ型情報処理機器の小型化には目を見張る進歩があり、それに伴い、その表示素子である液晶ディスプレイに関しての技術革新も素晴らしいものがある。

50

(3)

3

【0005】今日、液晶ディスプレイは、様々な製品のインターフェースとして用いられており、ラップトップ型情報処理機器はもちろんのこと、小型テレビや時計、電卓を初めとして、我々の日常使用する製品に多く用いられている。

【0006】これらの液晶ディスプレイは液晶が低電圧駆動、低消費電力であるという特徴を生かし、小型から大容量表示デバイスに至るまで、人間と機械のインターフェースとして、表示素子の中心として研究されてきた。

【0007】しかし、この液晶ディスプレイは自発光性がないため、バックライトを必要とし、このバックライト駆動に、液晶を駆動するよりも大きな電力を必要とするため、結果的に内蔵蓄電池等では使用時間が短くなり、使用上の制限がある。

【0008】さらに、液晶ディスプレイは視野角が狭いため、大型ディスプレイ等の大型表示素子には適していないく、また、液晶分子の配向状態による表示方法なので、視野角の中においても、角度によりコントラストが変化してしまうのも大きな問題である。

【0009】また、駆動方式から考えれば、駆動方式の一つであるアクティブマトリクス方式は、動画を扱うに十分な応答速度を示すが、TFT駆動回路を用いるため、画素欠陥により画面サイズの大型化が困難である。TFT駆動回路を用いることは、コストダウンの点から考えても好ましくない。

【0010】別の駆動方式である、単純マトリクス方式は低コストである上に画面サイズの大型化が比較的容易であるが、動画を扱うに十分な応答速度を有していないという問題がある。

【0011】これに対し、自発光性表示素子は、プラズマ表示素子、無機電界発光素子、有機電界発光素子等が研究されている。

【0012】プラズマ表示素子は低圧ガス中でのプラズマ発光を表示に用いるので、大型化、大容量化には適しているが、薄型化、コストの面で問題を抱えている。また、駆動に高電圧の交流バイアスを必要とし、携帯用デバイスには適していない。

【0013】無機電界発光素子は、緑色発光ディスプレイ等が商品化されたが、プラズマ表示素子と同様に、交流バイアス駆動であり、駆動には数百V必要であり、またフルカラー化は困難であると思われる。

【0014】一方、有機化合物による電界発光現象は、1960年代前半に、強く蛍光を発生するアントラセン単結晶へのキャリア注入による発光現象が発見されて以来、長い期間、研究されてきたが、低輝度、単色で、しかも単結晶であったため、有機材料へのキャリア注入という基礎的研究として行われていた。

【0015】しかし、1987年にEastman Kodak 社のTangらが低電圧駆動、高輝度発光が可能なアモルファス発光

4

層を有する積層構造の有機薄膜電界発光素子を発表して以来、各方面で、R、G、Bの三原色の発光、安定性、輝度上昇、積層構造、作製方法等の研究開発が盛んに行われている。

【0016】さらに、有機材料の特徴であるが、分子設計等により様々な新規材料が発明され、直流低電圧駆動、薄型、自発光性等の優れた特徴を有する、有機電界発光表示素子のカラーディスプレイへの応用研究も盛んに行われ始めている。

10 【0017】有機電界発光素子（以下、有機EL素子と称することがある。）は、電流を注入することにより電気エネルギーを光エネルギーに変換して面状に発光するなど、自発光型の表示デバイスとして理想的な特徴を有している。

【0018】図13は、従来の有機EL素子10の一例を示す。この有機EL素子10は、透明基板（例えばガラス基板）6上に、ITO（Indium tin oxide）透明電極5、ホール輸送層4、発光層3、電子輸送層2、陰極（例えばアルミニウム電極）1を例えば真空蒸着法で順次製膜したものである。

20 【0019】そして、陽極である透明電極5と陰極1との間に直流電圧7を選択的に印加することによって、透明電極5から注入されたキャリアとしてのホールがホール輸送層4を経て、また陰極1から注入された電子が電子輸送層2を経て、それぞれ発光層3に到達して電子-ホールの再結合が生じ、ここから所定波長の発光8が生じ、透明基板6の側から観察できる。

【0020】発光層3には、例えば発光物質であるアントラセン、ナフタリン、フェナントレン、ピレン、クリセン、ペリレン、ブタジエン、クマリン、アクリジン、スチルベン等を併用してよい。こうした蛍光物質等との混合物は、電子輸送層2に含有させることができる。

【0021】図14は、別の従来例を示すものであり、この例においては、発光層3を省略し、電子輸送層2に上記の蛍光物質との混合物を含有させ、電子輸送層2とホール輸送層4との界面から所定波長の発光8が生じるように構成した有機EL素子10Aを示すものである。

【0022】図15は、上記の有機EL素子の具体例を示す。即ち、各有機層（ホール輸送層4、発光層3又は電子輸送層2）の積層体を陰極1と陽極5との間に配するが、これらの電極をマトリクス状に交差させてストライプ状に設け、輝度信号回路11、シフトレジスタ内蔵の制御回路12によって時系列に信号電圧を印加し、多数の交差位置（画素）にてそれぞれ発光させるように構成している。

40 【0023】従って、このような構成により、ディスプレイとして勿論、画像再生装置としても使用可能となる。なお、上記のストライプパターンを赤（R）、緑（G）、青（B）の各色毎に配し、フルカラー又はマルチカラー用として構成することができる。

50



(4)

5

【0024】こうした有機EL素子を用いた、複数の画素からなる表示デバイスにおいて、発光する有機薄膜層2、3、4は一般に、透明電極5と金属電極1との間に挟まれており、透明電極5側に発光するが、このような従来の有機EL素子も、改善の余地は多い。

【0025】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、発光素子のカラーディスプレイへの応用に際しては、高効率の安定した発光は必要不可欠な条件であるが、最適構造の発光素子においても、外部への光取り出し効率は約20%程度であり、発光した光のほとんどは、基体界面での全反射により、基体の側面に散逸、散乱してしまう。従って、発光輝度を得るための高電圧駆動を引き起こし、ひいては素子の劣化に繋がる要因の一つになっていることが多い。

【0026】このことは、有機材料の研究開発の結果、発光効率の良い材料を組み合わせることで発光素子を構成することができても、外部への光の取り出し効率を改善しない限り、素子のストレスが大きくなり、素子の長寿命化の阻害要因は解消されない。

【0027】そこで本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、電界発光素子における発光の如き発光部の光が素子の基体を透過して高効率で外部へ取出せると共に、低電圧駆動や低光量下でも高輝度が得られる高寿命な光学素子及び光学素子用の基体を提供することにある。

【0028】

【課題を解決するための手段】即ち、本発明は、光透過性の基体上に素子構成層が設けられ、前記基体が少なくとも画素形成領域において、面内方向には周期的な屈折率分布を有すると共に厚み方向には所定の屈折率の連続層を有し、かつ前記素子構成層の側での表面粗度が300nm以下である、光学素子（以下、本発明の光学素子と称する。）に係るものである。

【0029】本発明の光学素子によれば、基体の面内方向には周期的な屈折率分布を、基体の厚み方向には所定の屈折率の連続層を有し、かつ素子構成層側の表面粗度が300nm以下に形成されているので、次のような顕著な効果が得られる。基体として光ファイバー集合体の如き導光体を用いる場合で説明すると、まず、基体の厚み方向では、各光ファイバーにおいて発光部からの光が全反射の条件である臨界角以内で入射した後はファイバー内に閉じ込めながら効率良く導波され、上記連続層内を透過することができる。しかも、基体の面内方向には、上記連続層が一定間隔で配列されて上記の周期的な屈折率分布を形成し、かつその表面粗度が300nm以下の平坦さに仕上げられているので、入射光は界面での乱反射や散乱が少ない状態で基体の少なくとも画素領域で十分かつ一様な光量で光ファイバー集合体を通して透過し、出射することができる。その結果、入射光は基体

6

の側面へ抜ける量が激減し、入射光は十分な透過量又は強度で透過光として取出せる効率が増大し、低駆動電圧や低光量下においても高輝度を得ることができる。

【0030】また、本発明は、光学素子の構成層が設けられる光透過性の基体であって、少なくとも画素形成領域において、面内方向には周期的な屈折率分布を有すると共に厚み方向には所定の屈折率の連続層を有し、かつ前記素子構成層の側での表面粗度が300nm以下である、光学素子用の基体（以下、本発明の基体と称する。）に係るものである。

【0031】本発明の基体によれば、上記した光学素子と同等の効果が奏せられる光学素子用の基体を提供することができる。

【0032】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好ましい実施の形態を図面を参照しながら説明する。

【0033】本発明の光学素子及び基体においては、図1に示すように、基体21が図2に示すような光ファイバー15の集合体からなり、この集合体の各光ファイバー15がこの基体21の厚みt方向に沿った状態で配列されていることが望ましい。但し、この光ファイバー15はこの上に形成される画素領域に存在するものが有効に作用するため、少なくとも画素領域に存在していればよく、図4に示すように、例えばガラス製基体のこの画素領域にのみ光ファイバー15を設けてもよい。いずれの場合も各ファイバー間では、屈折率の大きいコアと屈折率の小さいクラッドとの繰返しにより面内方向での屈折率分布が周期的となっている。

【0034】このように面内方向で周期的な屈折率分布を示すように光ファイバー15で基体21を構成し、かつ、基体の表面粗度を300nm以下と極めて小さくすることにより、図3に示すように、この上に形成される画素PXから発する光は、界面で乱反射して散逸する光量が著しく減少するから、この光ファイバーに入射した入射光は透過光Lとして基体21から効率良く取出すことができる。

【0035】即ち、図2は光ファイバー15内を全反射して透過する光を示すが、臨界角以内からコア31に入射した光Lは、屈折率の小さいクラッド30との界面で反射し、屈折率の大きいコア31内を全反射しながら透過する。

【0036】また、本実施の形態における基体は、面内方向に周期的な屈折率分布を持つが、光ファイバー15の種類や規格による屈折率の大きさや周期及びパターンによって限定されるものではない。

【0037】更に、板厚方向に所定の屈折率の連続層を持つが、屈折率の大きさや、パターンによって限定されるものではない。例えば、板厚方向において、入射面積が小さく、出射面積が大きいような円錐台型又は角錐台型のパターンでも構わない。このようなパターンを用い

7

れば、小さい発光面積を拡大して表示することも可能である。

【0038】例えば、図5に示すように、基体20Bの画素領域17に、図6(a)に示すような円錐台型の光ファイバー18又は図6(b)に示すような四角錐台型の光ファイバー19をそれぞれ単数設けてもよく、または図7に示すような細長い円錐台状の光ファイバー29を複数設けてもよい。なお、このような光ファイバーの配置を上下逆とし、出射領域を縮小して分散させてもよい。

【0039】そして、この光ファイバーが石英ガラスファイバー又はポリマーファイバーで形成され、接着剤（例えば紫外線硬化樹脂）でファイバー同士を接着後に、光ファイバーの集合体をファイバー長方向と交差する方向に切断してこの基体が図1の如く形成されていることが望ましい。

【0040】一般的に面内方向に周期的な屈折率分布を持ち、かつ板厚方向に連続的な屈折率を持つ基体の代表的な例としては、石英ガラスファイバーやポリマーファイバーの集合体を薄く切断したものが挙げられるが、光ファイバーを構成する材質はファイバー中心部（コア）とファイバー外周部（クラッド又はその外周部）で異なるので、切断後に表面の研磨を行っても2 $\mu$ m程度の表面粗度が生じてしまう。

【0041】従って、切断後にこの基体の面内全体が図3に符号16として示すように、有機材料又は無機材料で覆われ、基体の表面粗度が300nm以下、好ましくは数nmに仕上げられていることが高効率で透過光を取出すために望ましい。

【0042】この場合、切断後、入念にかつ慎重に表面の研磨を行えば、500nm程度の凸凹に抑えることは可能であるが、この後の工程で基体上に形成される透明電極の一般的な厚さが100～300nmであることを考えれば、基体に存在する凸凹はキャンセルできるだけの大きさではないことがあり、結果的に透明電極の表面粗度が大きくなってしまふ。

【0043】そして、透明電極の表面粗度が大きいと、有機ELデバイス作製時における初期のダークスポットの発生が多くなり、また、ショート等の原因になり、安定で長寿命なデバイスを得ることは困難となる。

【0044】従って、切断後に表面研磨され、この研磨面上を覆う前記有機材料又は無機材料が更に表面研磨されて300nm以下の表面粗度となるように仕上げることを望ましい。

【0045】そして、光ファイバー同士の接着用としての有機材料としては、光学的レンズ接着用紫外線硬化樹脂が用いられ、無機材料としては、フリットガラスが用いられていることが好適に表面研磨するためにも望ましい。

【0046】本実施の形態における基体は、表面粗度を

(5)

8

改善するために、基体の面内全体を有機材料又は無機材料で覆うものであるが、用いる有機材料や無機材料によって限定されるものではない。しかし、好ましくは表面性が良く表面粗度が小さくなるような材質である方がよい。

【0047】また、上記した表面研磨は、基体の面内全体を有機材料又は無機材料で覆った後に行っても良い。更に、基体の面内全体を有機材料又は無機材料で覆った後に、例えばガラスのような表面性の良い材質の基体を接着してもよい。

【0048】上記した本実施の形態の基体は、この基体上に発光領域を含む有機物質の積層体が形成されるのに好適であり、これにより既述した図13の如く、基体6上に、光学的に透明な電極5、有機正孔輸送層4、有機発光層3及び／又は有機電子輸送層2、及び金属電極1が順次積層された、良好な有機電解発光素子として構成することができる。

【0049】また、例えば、図8に示すように、基体21上に、ITOアノード電極22、正孔注入層23、正孔輸送層24、発光層25、電子輸送層26、カソード電極27を形成するのがよい。

【0050】しかし、有機電界発光素子として構成する場合、この構成材料に限定はない。例えば、正孔輸送層24であるならばベンジジン誘導体、スチリルアミン誘導体、トリフェニルメタン誘導体、ヒドラゾン誘導体等の正孔輸送材料を用いてもよい。

【0051】また、ITOアノード電極22、正孔注入層23、正孔輸送層24、発光層25、電子輸送層26、カソード電極27は、それぞれが複数層からなる積層構造であってもよい。

【0052】更に、発光層25の発光スペクトルの制御のために微量分子の共蒸着を行ってもよく、例えば、ペリレン誘導体、クマリン誘導体、ピラン系色素等の有機物質を微量含む有機薄膜であってもよい。

【0053】また、カソード電極27の材料については、効率良く電子を注入するために、電極材料の真空準位からの仕事関数の小さい金属を用いるのが好ましく、例えば、In、Mg、Ag、Ca、Ba、Li等の低仕事関数金属を単体で、または他の金属との合金を用いて安定性を高めてもよい。

【0054】本実施の形態においては、アノード電極側から発光を取り出すため、アノード電極22には透明電極であるITOを用いたが、効率良く正孔を注入するために、アノード電極材料も真空準位からの仕事関数が高いもの、例えばAu、SnO<sub>2</sub>+Sb、ZnO+Al等の電極を用いてもよい。

【0055】更に、素子の安定性を高めるために、図8に仮想線で示すようにゲルマニウム酸化物等で保護層を形成して封止を行い、大気中の酸素等の影響を排してもよく、勿論、真空に引いた状態で素子を駆動してもよい。

50

(6)

9

【0056】また、基体はその大きさによって限定されるものではなく、例えば2インチ程度の大きさの基板の端面をフリットガラス等を用いて貼り合わせ、大きなサイズの基体として用いることも可能である。

【0057】

【実施例】以下、実施例を詳細に説明する。

【0058】上記した本発明の好ましい実施の形態に基づいて、使用する材料及び表面粗度の異なる組合わせにより、以下に示す実施例1～4を作製すると共に、実施の形態によらない形での比較例1～3を作製して両者の輝度及び発光効率を比較した。

【0059】＜実施例1＞この例では、石英ガラスファイバーの集合体を図1に示すように板厚に1.0mmに切断し、長さlが30mm、幅wが30mmサイズの基板21を作製し、これを表面研磨した後、この上にフリットガラスを全面にコーティングして更に表面研磨を行い、表面粗度が接触式段差測定装置による測定で平均30nm程度になるようにした。

【0060】そして、この基板21上にスパッタリングによりITO電極22（膜厚約100nm）を設け、このITO基板21に、SiO<sub>2</sub>蒸着によりサイズaが2mm×2mmの発光領域以外をマスクした有機EL素子作製用のITO基板を作製した。次にこのITO基板21上に正孔注入層23の材料として、図9に示す構造式のm-MTDATA (4,4',4'-tris(3-methylphenylphenylamino) triphenylamine) を50nm厚みに真空蒸着した。

【0061】次に、正孔輸送層24の材料として、図10に示す構造式のα-NPD (4,4'-bis[N-(1-naphthyl)-N-phenyl-amino] biphenyl) を50nm厚みに真空蒸着し、電子輸送性発光層26の材料として図11に示す構造式のAlq<sub>3</sub> (8-hydroxyquinorine aluminum) を50nm厚みに真空蒸着し、最後に、カソード電極27としてLiF（リチウム・フッ素合金）及びAlを積層し、シングルヘテロ型緑色発光の有機EL素子を作製した。

【0062】こうして作製した有機EL素子を直流電圧駆動したところ、最高輝度は9.0Vで20000cd/m<sup>2</sup>であった。また、この緑色発光の有機EL素子の発光効率は200cd/m<sup>2</sup>で2.2lm/Wであった。

【0063】＜実施例2＞この例ではポリマーファイバーの集合体を図1に示すように板厚t=1.0mmに切断し、長さlが30mm、幅wが30mmサイズの基板21を作製し、これを表面研磨した後、この上にフリットガラスを全面にコーティングして更に表面研磨を行い、表面粗度が接触式段差測定装置による測定で平均30nm程度になるようにした。

【0064】そして、この基板21上にスパッタリングによりITO電極22（膜厚約100nm）を設け、こ

10

のITO基板21に、SiO<sub>2</sub>蒸着によりサイズaが2mm×2mmの発光領域以外をマスクした有機EL素子作製用のITO基板を作製した。次にこのITO基板21上に正孔注入層23の材料として、図9に示す構造式のm-MTDATA (4,4',4'-tris(3-methylphenylphenylamino) triphenylamine) を50nm厚みに真空蒸着した。

【0065】次に、正孔輸送層24の材料として、図10に示す構造式のα-NPD (4,4'-bis[N-(1-naphthyl)-N-phenyl-amino] biphenyl) を50nm厚みに真空蒸着し、電子輸送性発光層26の材料として図11に示す構造式のAlq<sub>3</sub> (8-hydroxyquinorine aluminum) を50nm厚みに真空蒸着し、最後に、カソード電極27としてLiF、Alを積層し、シングルヘテロ型緑色発光の有機EL素子を作製した。

【0066】こうして作製した有機EL素子を直流電圧駆動したところ、最高輝度は9.0Vで21000cd/m<sup>2</sup>であった。また、この緑色発光の有機EL素子の発光効率は200cd/m<sup>2</sup>で2.3lm/Wであった。

【0067】＜実施例3＞この例ではポリマーファイバーの集合体を図1に示すように板厚t=0.5mmに切断し、長さlが30mm、幅wが30mmサイズの基板21を作製し、これを表面研磨した後、この上に光学レンズ接着用紫外線硬化樹脂を全面にコーティングし、その上に板厚0.5mmの液晶用ガラスを全面に接着し紫外線硬化した。その後に表面研磨を行い、表面粗度が接触式段差測定装置による測定で平均20nm程度になるようにした。

【0068】そして、この基板21上にスパッタリングによりITO電極22（膜厚約100nm）を設け、このITO基板21に、SiO<sub>2</sub>蒸着によりサイズaが2mm×2mmの発光領域以外をマスクした有機EL素子作製用のITO基板を作製した。次にこのITO基板21上に正孔注入層23の材料として、図9に示す構造式のm-MTDATA (4,4',4'-tris(3-methylphenylphenylamino) triphenylamine) を50nm厚みに真空蒸着した。

【0069】次に、正孔輸送層24の材料として、図10に示す構造式のα-NPD (4,4'-bis[N-(1-naphthyl)-N-phenyl-amino] biphenyl) を50nm厚みに真空蒸着し、電子輸送性発光層26の材料として図11に示す構造式のAlq<sub>3</sub> (8-hydroxyquinorine aluminum) を50nm厚みに真空蒸着し、最後に、カソード電極27としてLiF、Alを積層しシングルヘテロ型緑色発光の有機EL素子を作製した。

【0070】こうして作製した有機EL素子を直流電圧駆動したところ、最高輝度は9.0Vで24000cd/m<sup>2</sup>であった。また、この緑色発光の有機EL素子の発光効率は200cd/m<sup>2</sup>で2.5lm/Wであっ

(7)

11

た。

【0071】＜実施例4＞この例ではポリマーファイバーの集合体を図1に示すように板厚 $t=0.5$ mmに切断し、長さ $l$ が30mm、幅 $w$ が30mmサイズの基板21を作製し、これを表面研磨した後、この上に光学レンズ接着用紫外線硬化樹脂を全面にコーティングし、その上に板厚0.5mmの液晶用ガラスを全面に接着した。その後表面研磨を行い、表面粗度が接触式段差測定装置による測定で平均20nm程度になるようにした。

【0072】そして、この基板21上にスパッタリングによりITO電極22（膜厚約100nm）を設け、この上に、発光中心の蛍光体が $\text{CaGa}_2\text{S}_4:\text{Ce}$ からなる無機EL素子を作製した。

【0073】こうして作製した無機EL素子を60Hzで駆動したところ、最高輝度は $15\text{cd}/\text{m}^2$ であった。

【0074】＜比較例1＞この例では上記した実施例1で用いたファイバーからなる基板の代わりに、板厚1.0mmの2インチ液晶用ガラス基板を用いて有機EL素子を作製した。まず、基板表面の研磨を行い、表面粗度が接触式段差測定装置による測定で平均30nm程度になるようにした。

【0075】そして、この基板上にスパッタリングによりITO電極22（膜厚約100nm）を設け、上記実施例1と同様にこのITO基板に、 $\text{SiO}_2$ 蒸着によりサイズ $a$ が $2\text{mm}\times 2\text{mm}$ の発光領域以外をマスクした有機EL素子作製用のITO基板を作製した。次に、このITO基板上に正孔注入層23の材料として図9に示す構造式の $m\text{-MTDATA}$ （4,4',4'-tris(3-methylphenylphenylamino) triphenylamine）を50nm厚みに真空蒸着した。

【0076】次に、正孔輸送層24の材料として、図10に示す構造式の $\alpha\text{-NPD}$ （4,4'-bis[N-(1-naphthyl)-N-phenyl-amino] biphenyl）を50nm厚みに真空蒸着し、電子輸送性発光層26の材料として図11に示す構造式の $\text{Alq}_3$ （8-hydroxyquinoline aluminum）を50nm厚みに真空蒸着した。その後、カソードとして $\text{LiF}$ 、 $\text{Al}$ を積層しシングルヘテロ型緑色発光の有機EL素子を作製した。

【0077】こうして作製した有機EL素子を直流電圧駆動したところ、最高輝度は9.0Vで $16500\text{cd}/\text{m}^2$ であった。また、この緑色発光の有機EL素子の発光効率は $200\text{cd}/\text{m}^2$ で $2.01\text{lm}/\text{W}$ であった。これを実施例1と比較すると、低輝度領域、即ち低電圧駆動領域での輝度及び輝度上昇が低く、実施例1の方が効率良く外部に光を放出していることは明らかである（これについては、後で詳しく説明する）。

【0078】＜比較例2＞この例では上記した実施例2の如く、ポリマーファイバーの集合体を図1に示すよう

12

に板厚 $t=1.0$ mmに切断し、長さ $l$ が30mm、幅 $w$ が30mmサイズの基板21を作製し、これの表面研磨を行い、フリットガラス等によるコーティングなしに表面粗度が接触式段差測定装置による測定で平均400nm程度になるようにした。

【0079】そして、この基板上にスパッタリングによりITO電極22（膜厚約100nm）を設け、このITO基板21に、 $\text{SiO}_2$ 蒸着によりサイズ $a$ が $2\text{mm}\times 2\text{mm}$ の発光領域以外をマスクした有機EL素子作製のITO基板を作製した。次に、このITO基板21上に正孔注入層23の材料として図9に示す構造式の $m\text{-MTDATA}$ （4,4',4'-tris(3-methylphenylphenylamino) triphenylamine）を50nm厚みに真空蒸着した。

【0080】次に、正孔輸送層24の材料として、図10に示す構造式の $\alpha\text{-NPD}$ （4,4'-bis[N-(1-naphthyl)-N-phenyl-amino] biphenyl）を50nm厚みに真空蒸着し、電子輸送性発光層26の材料として図11に示す構造式の $\text{Alq}_3$ （8-hydroxyquinoline aluminum）を50nm厚みに真空蒸着した。最後に、カソード電極27として $\text{LiF}$ 、 $\text{Al}$ を積層しシングルヘテロ型緑色発光の有機EL素子を作製した。

【0081】こうして作製した有機EL素子を直流電圧駆動したところ、発光面全体にダークスポットが存在し、実用に耐えるデバイスではなかった。この原因は、ポリマーファイバー集合体からなる基板の切断面の表面粗度が大きいために、この基板上に作製したITO透明電極表面の粗度が大きかったことによるものと考えられる。接触式段差測定装置を用いて、最表面の表面粗度の測定を行ったところ、平均200nm程度の段差が存在していた。

【0082】＜比較例3＞この例では比較1と同様に板厚1.1mmの液晶用ガラス基板を用い、この基板の表面の研磨を行い、表面粗度が接触式段差測定装置による測定で平均20nm程度になるようにした。

【0083】そして、この基板上にスパッタリングによりITO電極22（膜厚約100nm）を設け、このITO基板に、発光中心の蛍光体が $\text{CaGa}_2\text{S}_4:\text{Ce}$ からなる上記した実施例4同様の無機EL素子を作製した。

【0084】こうして作製した無機EL素子を60Hzで駆動したところ、最高輝度は $8\text{cd}/\text{m}^2$ であった。しかし実施例4と比較すると輝度が低く、実施例4の方が効率良く外部に光を放出していることは明らかである。

【0085】図12は、上記の如く作製した実施例1と、比較例1の有機ELで得られた輝度及び発光効率を示すデータのグラフである。

【0086】図示の如く、本発明に基づいてファイバーの集合体を基板として用いた実施例1は、ガラスを基板として用いた比較例1よりも、特に低電圧駆動領域にお

(8)

13

ける輝度が向上している。これは、本発明に基づいて光ファイバーを基板に用いる方が、素子の発光領域での発光を効率良く取出すことができることの証明である。

【0087】以上に説明したように、本実施例によれば、光ファイバーの長さ方向と交差する方向にファイバーの集合体を切断して有機EL素子の基板を作製し、基板の面内方向には光ファイバーを一定間隔で配列し、素子形成側の基板面を300nm以下の平坦さに仕上げるので、素子内部からの発光が基板界面で乱反射することなく、基板に入射し、基板を構成する光ファイバーの屈折率で効率良く導波されながら基板を透過する。従って、それぞれの画素から基板を透過して外部へ取出せる光の取出し効率が従来のガラス基板に比べて著しく改善され、低電圧でも良好な輝度を得られ、ガラス基板に比べて輝度を数倍以上に改善することが可能である。

【0088】上記した実施例は本発明の技術的思想に基づいて種々変形が可能である。

【0089】例えば、光ファイバーの集合体のパターン、形状及び構造、配列状態、材質など、更にはその集合体で形成される基板のサイズは上述の実施例以外の適宜のサイズに作製することができ、コーティングの材料もフリットガラスや光学レンズ接着用紫外線硬化樹脂以外でも同等の性能を有するものであれば任意に使用することができる。

【0090】また、変形例として図4に示すように、ガラス基板20Aの画素形成領域17の部分で、方形又は円形等とし、実施例と同様のファイバー15の群を設置することもできる。

【0091】また、同様に図5及び図6に示すように、画素形成領域17においてガラス基板20Bに円錐台型のファイバー18又は四角錐台型のファイバー19を設置してもよく、またこの部分に、図7に示すように円錐台状のファイバー19を複数設置することもできる。

【0092】また、上記した実施例に使用した基板は、EL素子用としのみでなく、LCD（液晶表示装置）用などの他の光学的素子の基板にも適用することが可能である。

【0093】

【発明の作用効果】上述した如く、本発明は、光透過性の基体上に素子構成層が設けられ、前記基体が少なくとも画素形成領域において、面内方向には周期的な屈折率分布を有すると共に厚み方向には所定の屈折率の連続層を有し、かつ前記素子構成層の側での表面粗度が300nm以下であるので、次のような顕著な効果が得られる。基体として光ファイバー集合体の如き導光体を用いる場合で説明すると、まず、基体の厚み方向では、各光ファイバーにおいて発光部からの光が全反射の条件である臨界角以内で入射した後はファイバー内に閉じ込めな

14

がら効率良く導波され、上記連続層内を透過することができる。しかも、基体の面内方向には、上記連続層が一定間隔で配列されて上記の周期的な屈折率分布を形成し、かつその表面粗度が300nm以下の平坦さに仕上げられているので、入射光は界面での乱反射や散乱が少ない状態で基体の少なくとも画素領域で十分かつ一様な光量で光ファイバー集合体を通して透過し、出射することができる。その結果、入射光は基体の側面へ抜ける量が激減し、入射光は十分な透過量又は強度で透過光として取出せる効率が増大し、低駆動電圧や低光量下においても高輝度を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例による有機EL素子用基板を示す概略斜視図である。

【図2】同、基板を構成するファイバーの拡大斜視図である。

【図3】同、有機EL素子の画素近傍の拡大断面図である。

【図4】同、基板の変形例を示す概略斜視図である。

【図5】同、基板の他の変形例を示す概略斜視図である。

【図6】同、ファイバーの変形例を示し、(a)は円錐台型、(b)は四角錐台型の斜視図である。

【図7】同、ファイバーの他の変形例を示す斜視図である。

【図8】同、本実施例による有機EL素子を示す概略断面図である。

【図9】同、有機EL素子に使用したm-MTDATAの構造式である。

【図10】同、有機EL素子に使用した $\alpha$ -NPDの構造式である。

【図11】同、有機EL素子に使用したAlq<sub>3</sub>の構造式である。

【図12】同、有機EL素子の特性を比較して示したグラフである。

【図13】従来例による有機EL素子の一例を示す概略断面図である。

【図14】同、他の有機EL素子の他の例を示す概略断面図である。

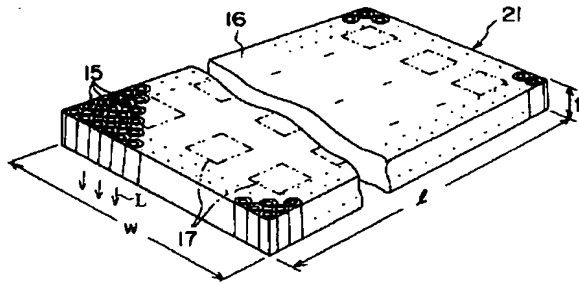
【図15】同、有機EL素子の具体例を示す概略断面図である。

【符号の説明】

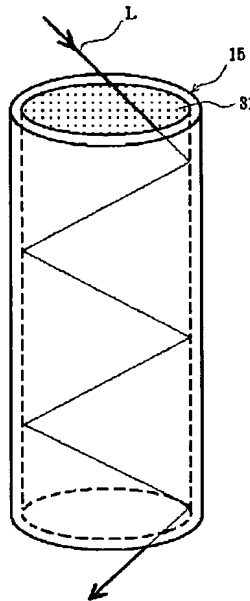
15、18、19、29…ファイバー、16…接着剤、17…画素形成領域、20…ガラス基板、21…基板、22…ITO透明電極、23…正孔注入層、24…正孔輸送層、25…発光層、26…電子輸送層、27…金属電極（カソード）、30…クラッド、31…コア、32…有機EL素子、L…光、l…長さ、t…厚さ、w…幅

(9)

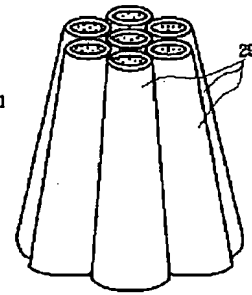
【図 1】



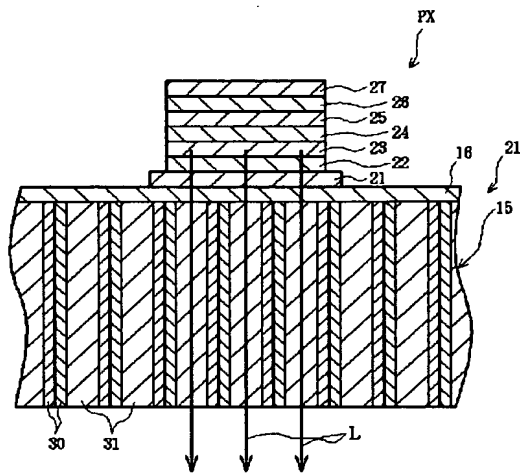
【図 2】



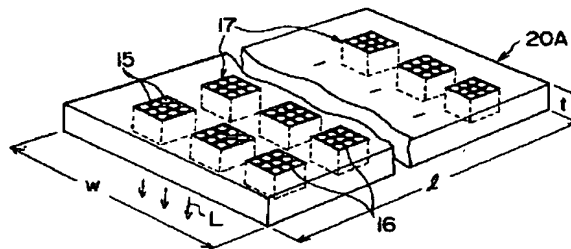
【図 7】



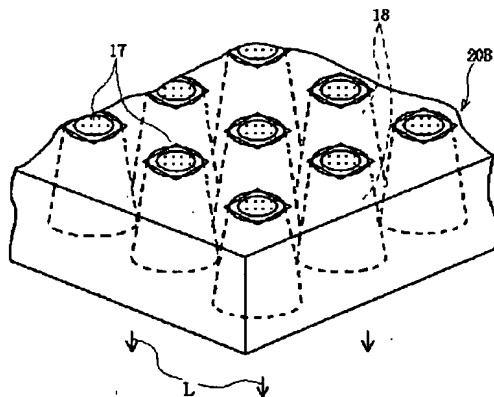
【図 3】



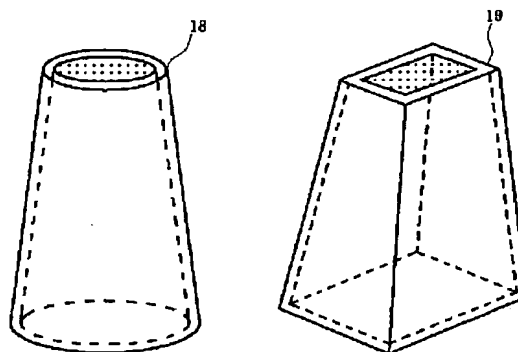
【図 4】



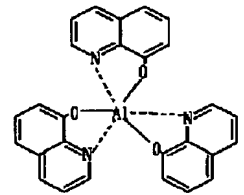
【図 5】



【図 6】



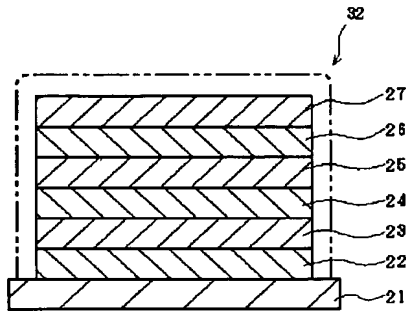
【図 1 1】



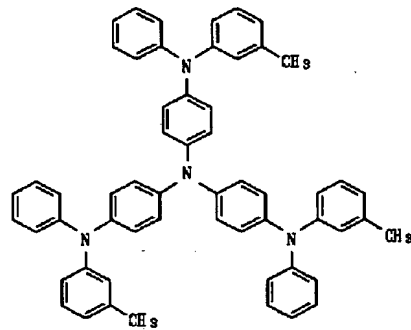
### Alq<sub>3</sub>の構造

(10)

【図8】

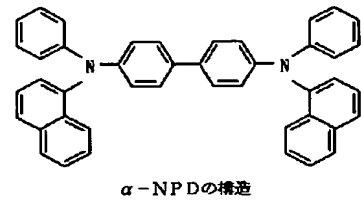


【図9】

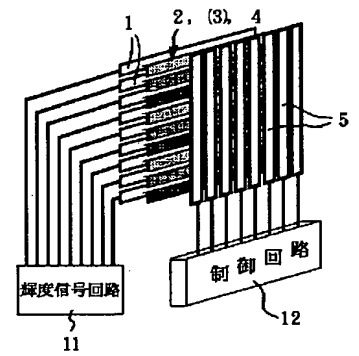


m-MTDATAの構造

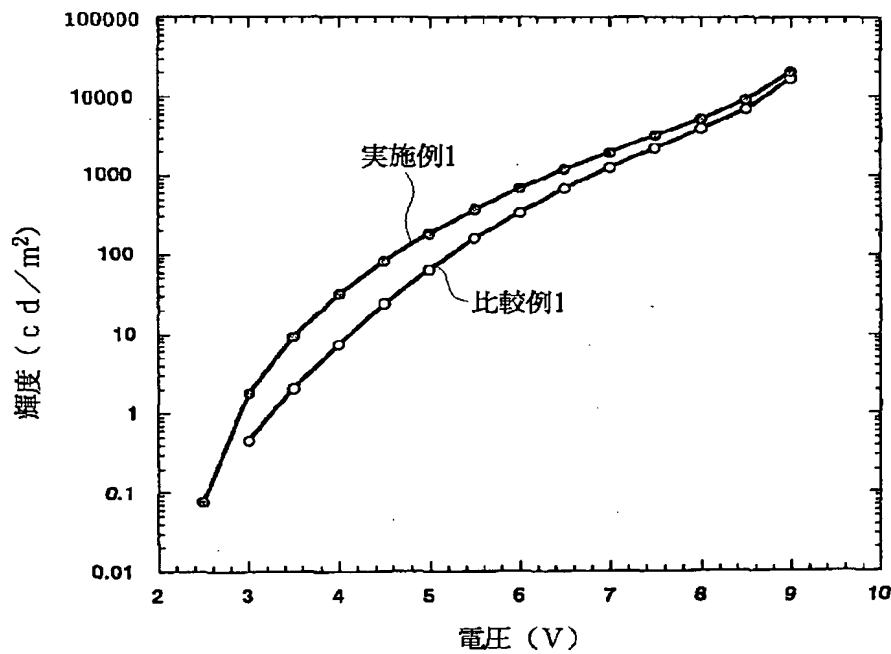
【図10】


 $\alpha$ -NPDの構造

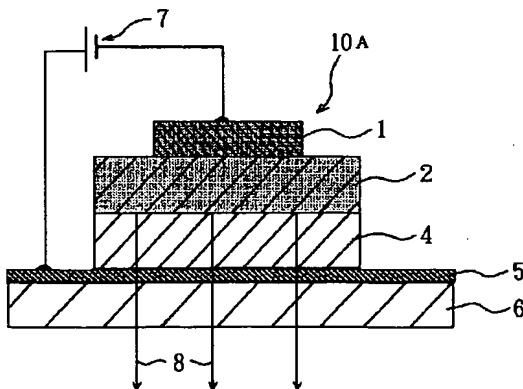
【図15】



【図12】

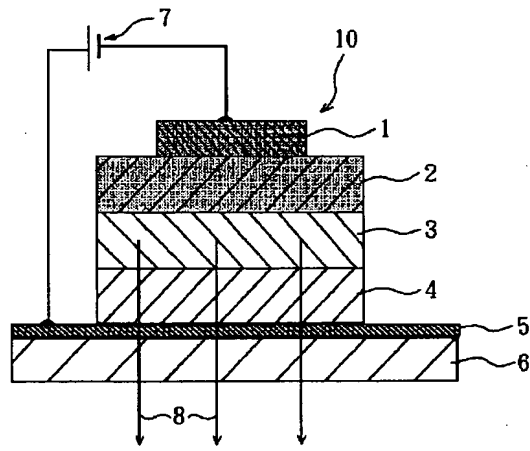


【図14】



(11)

【図13】





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**